

ЕЛЕКТРОННЕ МЕДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ОТРУЄНИХ ЧАДНИМ ГАЗОМ І ШКІДЛИВИМИ ВИПАРАМИ ПРИ РЯТУВАЛЬНИХ ДІЯХ

Велигоцький Д. В. аспірант, Мисюра А. Г. д.б.н.,

Мамілов С. О. к.ф.-м.н., Есьман С. С.

*Інститут прикладних проблем фізики і біофізики НАН України,
м. Київ, Україна*

Отруєння чадним газом з його основним компонентом монооксидом вуглецю (CO), що має здатність блокувати газообмінну функцію організму, є поширеним явищем, яке найчастіше проявляється безпосередньо при пожежах, порушеннях в системах опалення, певних виробничих процесах, а також під час паління, і при значних дозах призводить до смерті [1]. Від своєчасної ідентифікації медичним працівником критичних станів і виконання необхідних заходів первинної терапії, залежить успішність лікування і тривалість подальшого відновлення здоров'я потерпілих. Це визначає потребу забезпечення працівників швидкої допомоги, пожежних і рятувальних служб засобами електронного медичного діагностування стану отруєних чадним газом і шкідливими випарами при рятувальних діях.

В цій роботі представлено результати розроблення експериментального зразка компактного переносного монітору певних показників функціонального стану отруєних чадним газом (чи палінням або шкідливими випарами), призначеного для лікарів екстреної медичної допомоги, пожежних і рятувальних служб. Прилад побудовано з використанням мікропроцесорної техніки, засобів програмування, оптичної спектрометрії, оптосенсорів змін фракцій гемоглобіну в потоках крові, сенсорів монооксиду вуглецю у видиху, пульсоксиметрії, діяльності серця, дихання та інших показників.

Функціонально поєднано ряд модулів, кожний з яких призначений для синхронного виміру сигналів конкретного показника чи їх сукупності, для неінвазивного контролю в потоках крові змін оксигемоглобінової та карбоксигемоглобінової фракцій і їх градієнтів за проміжки часу з одночасною реєстрацією показників діяльності серця, дихання, швидкості кровообігу, наявності екстрасистолії, значення артеріального тиску, елімінації монооксиду вуглецю та діоксиду вуглецю (CO_2) видихом та інших показників (рис. 1).

Система управління та обробки інформації здійснює управління та обробку інформації, синхронізує роботу всієї системи, спрямовує сигнали необхідної величини через ЦАП на генератор імпульсів частотою близько 400 Гц, і через комутатор на один із трьох випромінювачів та перший електрод. Випромінювання з світлодіодів і електричний струм з електроду проходить через досліджуваний об'єкт та потрапляє на фотоприймач і дру-

гий електрод відповідно. Отримані сигнали через підсилювач, фільтр, АЦП та комутатор подаються на відповідний вхід мікропроцесорного модуля. Живлення приладу – акумуляторне та від USB-порту. Трихвильовий давач розсіяного назад світла виконано на базі пульсоксиметричної пари світлодіодів V97B ($\lambda_{\max} = 660 \text{ нм}$ і 935 нм), світлодіоду L-53MGC ($\lambda_{\max} = 568 \text{ нм}$) і кремнієвого фотодіоду BPW34. Датчик закріплювався на пальці зати-скним механізмом. Отримана інформація передається на ПК через USB-порт. Для визначення CO і CO₂ у видихуваному повітрі використано сен-сори MQ-7 і MG-811 відповідно, що мають високу чутливість до цих газів.

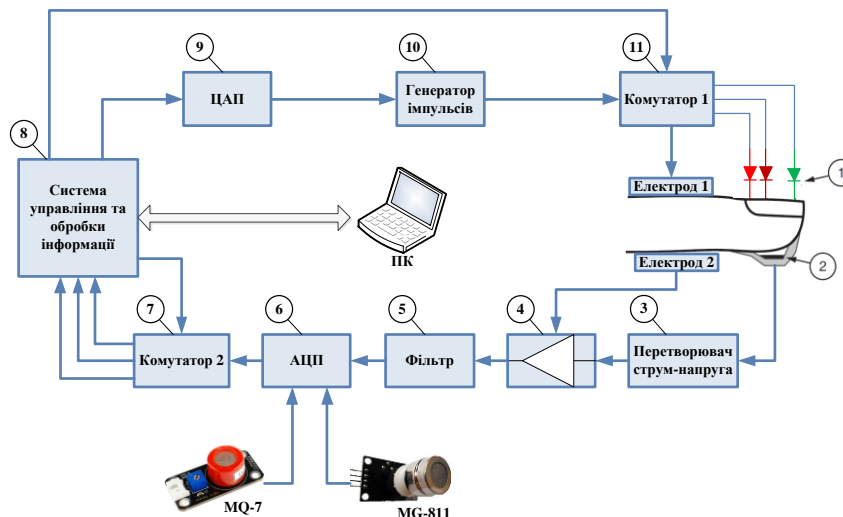


Рисунок 1. Функціональна схема приладу

Блоки перетворювач струм-напруга 3, підсилювач 4 та фільтр 5 (рис.1) реалізовано на мікросхемі двоканального операційного підсилювача *MCP6002* (рис. 2) виробництва *Microchip Technology Ins.* Перший трансім-педансний каскад ($U1:A$) виконує перетворення отриманого сигналу з фо-тодіоду від декількох мкА струму до декількох мВ. Фільтром верхніх час-тот (ФВЧ) на елементах $C3$ і $R4$ зменшуються завади від фонового світла. Для утримання розміщення необхідного рівня вихідного сигналу підсилю-вача в робочому діапазоні АЦП в другому каскаді ($U1:B$) встановлені кое-фіцієнт підсилення 22 і постійне зміщення 220 мВ.

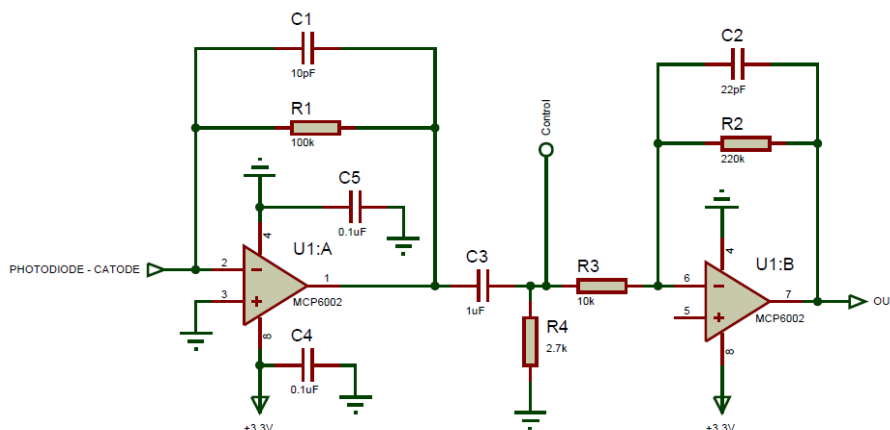


Рисунок 2. Схема включення підсилювача MCP6002

Визначення ряду показників діяльності серцево-судинної та дихальної систем вдалось досягнути застосуванням відповідної фільтрації сигналів сенсорів та застосуванням програмної обробки сигналів, документуванням їх змін в часі. Випробування приладу здійснювалось на тестових пристроях, а також у осіб, які палять [2, 3].

Перелік посилань

1. Reeb-Whitaker C.K.. Occupational carbon monoxide poisoning in Washington State, 2000-2005 / C.K. Reeb-Whitaker, D.K. Bonauto // J Occup Environ Hyg.— V.7(10). — 2010 Oct. — P.547–556.
2. Mamilov S.A. The impact of laser radiation on the photodissociation of carboxyhemoglobin in blood / S.A. Mamilov S.S. Esman; D.V. Veligodski; M.M. Asimov; E.G. Borisova; A.I. Gisbrecht // Proc. SPIE 9031, Saratov Fall Meeting 2013: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XV; and Laser Physics and Photonics XV, — January 30, 2014, — P.55–60.
3. Мамілов С.О. Зависимость эффективности фотолиза карбоксигемоглобина in vivo от длины волны / С.О. Мамілов, С.С. Єсьман, Д.В. Велигоцький, М.М. Асімов, А. Гізберхт // Журнал Прикладной Спектроскопии, Т.81, №3, — май-июнь 2014. — С. 413–417.

Анотація

В роботі представлено результати розроблення інформаційно-схемотехнічної технології для одночасного неінвазивного контролю змін гемоглобінових фракцій в потоках крові, а також діяльності серця, гемодинаміки, дихання, транспорту газів кров'ю для умов швидкої допомоги, реанімаційних і лікувальних заходів при отруєннях оксидом вуглецю, а також при курінні.

Ключові слова: карбоксигемоглобін, отруєння СО, біологічний сигнал.

Аннотация

В работе представлены результаты разработки информационно-схемотехнической технологии для одновременного неинвазивного контроля изменений гемоглобиновых фракций в потоках крови, а также деятельности сердца, гемодинамики, дыхания, транспорта газов кровью для условий скорой помощи, реанимационных и лечебных мероприятий при отравлениях монооксидом углерода, а также при курении.

Ключевые слова: карбоксигемоглобин, отравление СО, биологический сигнал.

Abstract

This paper presents the results of the information circuit engineering technology development for simultaneous non-invasive monitoring of changes in hemoglobin fractions in the flow of blood and the heart, hemodynamic, respiratory, blood gas transport conditions for ambulance, intensive care and therapeutic measures for poisoning carbon monoxide, as well as smoking.

Keywords: carboxyhemoglobin, CO poisoning, biological signal.